

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 19020071152098

UDC_____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

一类投资连结保险的定价问题

A Kind of Investment-linked Insurance Pricing

吴 建 莲

指导教师姓名: 谭 忠 教授

专 业 名 称: 应用数学

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩时间: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

虽然倒向随机微分方程理论的发展只有十几年,但是它越来越广泛应用在金融数学中。倒向随机微分方程的特点是,已知最终的目标(一般可以是不确定的)变为现在的确定的解,以制定最初的策略。保险定价正好是已知最终的结果,这个结果是不确定的(出险或不出险),并根据这个未来不确定的结果来制定最初的保险价格,保险定价正好可以用倒向随机微分方程来解决。投资连结险是一种融保险保障和投资理财于一体的新型的险种。在中国大陆很短的时间内它经历了从热销到退保,这个新生事物的出现是否适合中国国情,又该如何发展,值得探讨。

本论文从投资连结保险的起源出发,回顾了它在中国大陆的发展历程。本文介绍了投资连结保险的相关概念,以表格的形式体现出它与传统寿险的不同,使人们更加清楚的认识投资连结保险,同时了解它的特性。为了吸引更多的顾客加入投资连结险,本文对该险种的一类特殊保险进行定价研究。本文在充分理解倒向随机微分方程的基础上,巧妙地结合B-S公式对一类生存受益具有保障收益率的投资连结保单进行定价,能使投资者清楚的看到账户最终可能的资产价值。这种方法给出了较优的定价方法,更是为保险公司进行保险价格调整提供了依据,从而可以增强保险公司的竞争力,使它对现实中其他产品定价有一定参考价值。最后本文结合西欧的经验教训及我国的具体国情,给出投资连结险在我国今后发展的方向。

关键词: 投资连结保险 倒向随机微分方程 B-S公式

Abstract

Although the development of Backward Stochastic Differential Equations(BSDE) only last ten years, but more and more researchers realize the importance of BSDE. The Feature of BSDE is that we have known the final result (general is uncertain), then we should determine the current solution, to make the initial strategy. Insurance pricing is precisely known the final result, this result is uncertain (escape from danger or not), and according to the result to develop the initial price of insurance, insurance pricing conform to the feature of BSDE. Investment-linked insurance is a new type of insurance, which combines the protection and tax advantages of insurance with the attractive protects of investing in securities. In China mainland from its brisk sale to withdraw, whether this newly-born insurance suits China market?How to develop it?All these questions needed to be discussed.

This paper starts from the origin of investment-linked insurance, and reviews its development in China. This paper introduces the related concepts of investment-linked insurance and compares with traditional life insurance , in order to make clear its characteristics ,the paper gives the difference by table forms . In order to attract more customers to join investment-linked insurance, the paper studies the pricing model of a special insurance . In this paper, with the well understanding of BSDE, we cleverly combine of Black-Scholes formula to finish a kind of investment-linked insurance pricing, surviving benefit with security returns ,and then investors can clearly see the eventually value of account. This pricing method is expected it offer some help to policy pricing in other kinds of insurance,There is a price advantage by contrasting this method with other ones. So it can increase strength of insurance company.Finally , based on both the experience of West Europe and the specific national conditions in china, the paper point out the developing direction on the future .

Key Words: Investment-linked Insurance;Backward Stochastic Differential Equation;Black-Scholes formula

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第一章 导论	1
1.1 研究问题的提出	1
1.2 研究思路和方法	2
1.3 研究的主要内容	2
第二章 投资连结保险概述	4
2.1 投资连结产品的起源	4
2.2 投资连结险在我国大陆的发展现状	5
2.3 投资连结险相关概念	6
2.4 投资连结险的主要特征	10
第三章 倒向随机微分方程理论及其应用	12
3.1 倒向随机微分方程理论概要	12
3.1.1 倒向随机微分方程	12
3.1.2 解的存在唯一性和比较定理	13
3.2 非线性Feynman-Kac公式	15
3.3 倒向随机微分方程与期权定价公式	16
3.3.1 期权定价公式	16

3.3.2 利用期权定价公式求解倒向随机微分方程	22
第四章 倒向随机微分方程在投资连结保险定价中的应用	24
4.1 建立模型	24
4.2 账户资产初值及保费定价公式	27
4.2.1 求解账户资产初值	27
4.2.2 保费定价公式	30
第五章 我国投资连结保险发展的前景	32
5.1 我国发展投资连结险的必要性	32
5.2 西欧的发展经验及启示.....	33
5.2.1 西欧国家投资连结保险发展中存在的问题	33
5.2.2 西欧发展的启示.....	34
5.3 在我国发展投资连接保险存在的问题.....	35
5.4 我国投资连结保险产品的今后发展的策略.....	36
第六章 研究结论与局限.....	42
6.1 研究结论	42
6.2 研究局限	42
参考文献	43
致 谢	45

Contents

Abstract(in Chinese)	I
Abstract(in English)	II
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Study of the problem	1
1.2 Research ideas and methods	2
1.3 The main research	2
Chapter 2 The overview of investment-linked insurance	4
2.1 The origin of investment-linked insurance	4
2.2 The development of investment-linked insurance in Mainland China	5
2.3 The concepts of investment-linked insurance	6
2.4 The main characteristics of investment-linked insurance	10
Chapter 3 The theory and applications of BSDE	12
3.1 Summary of BSDE	12
3.1.1 BSDE	12
3.1.2 Existence and uniqueness of solution and Comparison theorem	13
3.2 Nonlinear Feynman-Kac formula	15
3.3 BSDE and Option pricing formula	16
3.3.1 Option pricing formula	16
3.3.2 Using option pricing formula to solve BSDE	22
Chapter 4 BSDE in the investment-linked insurance Pricing	24
4.1 Modeling	24
4.2 Initial accounts of assets and premium pricing formula	27
4.2.1 Solving the initial value of assets account	27
4.2.2 Premium pricing formula	30

Chapter 5	The development of China's investment-linked insurance prospects	32
5.1	The necessity of the development of investment-linked insurance in our country	32
5.2	The development experience and inspiration in Western Europe	33
5.2.1	The problems in the development of investment-linked insurance in Western European countries	33
5.2.2	The revelation of Western Europe	34
5.3	The problems of the development investment-linked Life insurance in China	35
5.4	The development strategy of investment-linked insurance in china . . .	36
Chapter 6	Conclusions and limitations	42
6.1	Conclusions	42
6.2	limitations	42
reference		43
Thanks		45

第一章 导论

1.1 研究问题的提出

随着全球经济的快速发展以及我国经济与国际经济的接轨，人们对于风险的规避越发的认识和需要，保险业势必得到飞速发展。保费是每份保单销售的价格，保险定价则是保费的厘定。保险定价是保险工作的核心。保险定价的研究是新兴起的一个研究领域，目前得到众多研究人员的关注。

投资连结险作为现代新型寿险的一种，其产生和出现已有30多年的历史，但在中国的出现只有十多年时间，还不被人们所广泛接受。但自2006年底国内股市开始复苏以来，我国投资连结保险又开始走俏，投资连结保险业务保费收入结束了从2002年开始连续四年的负增长史，近几个月来投资连结保险业务成为左右保险公司保费收入排名的重要因素。2007年以来，不少省市的投资连结保险保费收入都实现了快速增长，例如广东省前5个月投资连结保险业务同比增长了进4倍。另据保监会资料统计，2007年一季度，国内寿险公司投资连结保险保费收入为37.12亿元，同比增长177.2%^[10]。2010年国内的股市即将形成新一轮的牛市，如此蓬勃发展的股市会对投资连结保险的发展产生怎样的促进作用，我们又应该如何对其进行合理定价来吸引人们的注意力等问题成为人们关注的焦点，也具有十分重要的理论和现实意义。

近二十年来，金融经济学理论的不断发展和成熟，为包括保单在内的金融产品的定价提供了十分巧妙的方法。早在1976年，Boyle和Schwarz就将期权定价的方法运用于保单定价这一领域，期权定价公式对有可变保证的趸缴生存险合约进行定价。其隐含的假设是金融市场是完全的，也就是说保险人对于死亡风险是风险中性的。这在保单数量很大时是近似成立的。在1999年，Grosen和Jorgensen将金融定价技巧运用于具有利率保障的资产连结保单的负债计算。本文则着重于从另一角度利用金融经济学中期权定价理论的方法讨论投资连结保单的定价问题，并与精算学中的常用方法作多方位的比较。首先对一般的投资连结保单利用金融经济学中“风险中性”理论建立统一的偏微分方程模型；进而对两类具体的保单，即具有最低死亡受益和具有最低保障利率的生存受益的投资连结保单分别采用偏微分方程方法求解以及推广的期望贴现(GEDV)方法求解。从讨论中可显见，传统精算学的定价方法可视为金融经济学中相关方法

的特殊情况，而后者具有更为广阔的可延展性^[2]。

我国的保险业起步比其他国家晚，并且在很长的一段时间内事由国家垄断经营，所以保险业的运作就没有根据精算学、经济学来办事。如今我国保险业慢慢的进入国际化，国外的保险公司也已经进入我国的市场，有鉴于此，我国的保险产品的定价称为行内急需解决的问题。由于投资连结险在我国出现的时间不长，还属于起步阶段，对其研究多是从整体上的宏观研究，而对于其定价方面的理论研究很少。典型的有王玉梅和青会平(2002)的偏微分方程定价模型，该模型运用金融经济学中期权定价理论讨论保单定价，将利率设为常数，通过偏微分方程得到了解析解。但实际中寿险保单的期限一般比较长，有必要将利率的波动性考虑进来，而国内较少有对此类问题进行研究^[16]。

1.2 研究思路和方法

本论文的研究思路是通过对我国现有的各种寿险的回顾，学习投资连结险的概念，通过区分与其他寿险的不同及其特点的介绍，澄清以前人们观念中的一些误区，及现有新闻报道的失真，使人们对其有更为深刻的认识，并了解投资连结险的良好投资发展前景。运用现代金融经济学理论对该一类生存受益具有保障收益率的投资连结保单进行定价，使他对现实中其他产品定价有一定参考价值。

在研究方法上，本论文针对投资连结保险在定价的基础理论问题，以随机过程为基础，通过倒向随机微分方程与欧式B-S期权定价公式相结合，建立数学模型，创新性的解决这类保单的定价问题。同时这里的投资账户最终的资产价值是各个保险公司投资根据自己产品的投资情况来确定不同的值，具有极大的灵活性。

1.3 研究的主要内容

倒向随机微分方程在保险业的定价研究才刚开始，是一种新型的定价方法。本文的研究是在某些研究者的研究结论上，加上退保的参数和倒向随机微分方程的研究方法，基于投资，探究投资连结保险的定价公式，使得保险投资有更明确的目标，促进了投资连结保险的推广。本论文的主要内容是：第一章主要是概述了本论文的研究的意义、方法和创新点。

第二章主要是回顾了投资连结保险产生的历史根源和在我国大陆的发展

过程，并介绍了国内的各种寿险及投资连结险的产生和特点。

第三章主要是指出倒向随机微分方程的概念，其解的存在唯一性和非线性性的Feynman-Kac公式，接着把倒向随机微分方程与金融学上的欧式B-S期权定价公式联系起来。

第四章是在第三章的理论基础上，利用倒向随机微分方程与欧式B-S期权定价公式研究了一类特殊的投资连结险的定价模型。

第五章中分析了投资连结保险产生的必要性及面临的问题，借鉴西欧的投资连结保险的发展过程中的历史经验教训，给出了今后如何发展我国大陆投资连结险的一些建议。

第六章简单说明了本文的研究结论和研究局限。

第四章是在第三章的理论基础上，利用倒向随机微分方程与欧式B-S期权定价公式研究了一类特殊的投资连结险的定价模型。

第五章中分析了投资连结保险产生的必要性及面临的问题，借鉴西欧的投资连结保险的发展过程中的历史经验教训，给出了今后如何发展我国大陆投资连结险的一些建议。

第六章简单说明了本文的研究结论和研究局限。

第二章 投资连结保险概述

2.1 投资连结产品的起源

随着中国金融市场前所未有的蓬勃发展，在国外备受欢迎的投资连结保险也逐渐受到中国消费者的关注。但对于怎样才能正确认识投资连结保险的特性和作用，掌握它在我国市场未来的发展方向，我们可以从它在世界上其他国家的发展历程中找到线索。

投资连结保险最早是在1956年产生于荷兰，以满足投保人希望自己的寿险保单能够享有投资的机会。在1957年，英国的伦敦曼斯特公司首次推出投资连结保险，但是那时它在英国被称为基金连锁保单，它在各个国家出现的时间如下表(表2.1)^[15]：

表 2.1 各国投资连接保险产品产生的年代

国家	年份
荷兰	1956年
英国	1957年
加拿大	1961年
德国、法国、意大利	1970年
美国	1976年
日本	1986年
新加坡	1992年
中国	1999年

投资连接保险真正流行是在20世纪60年代，而后迅猛发展于70、80年代，并流行于欧美国家。

20世纪60年代之后，欧美金融市场波动非常剧烈，对保险公司的稳定经营造成了极大的威胁。表现在：当市场收益率上升时，传统预定利率的寿险产品竞争力下降，客户大量退保，转而投资股票、共同基金，造成大量现金流出，给保险公司经营带来极大的压力。当市场收益率持续下降时，传统产品又给保险公司带来利差风险，严重时还将导致保险公司破产。在这种两难的困境下，20世纪70年代以来，欧美保险公司开始大力推广投资连结保险这种产品，

它与传统寿险产品的根本区别在于该产品将投资选择权和投资风险同时转移给了客户，这样就使保险公司能分出以部分的风险，但同时也使被保险人有可能提高收益，从而使得投资连接保险迅速成为欧美保险市场的主要产品。目前，在欧洲保险市场，投连产品的重要性和吸引力日益上升，逐步替代传统寿险，投资连结市场被认为在未来能有非常良好的成长前景。

投资连结产品在美国叫变额寿险，与英国相似，由经济及社会的各种因素的影响，而促进美国投资连结产品的产生及高速发展。从20世纪90年代起，投资连结保险在美国的保费年增长率已达30%以上，到1995年它已经占个人寿险市场份额的22%；目前，澳大利亚市场销售的寿险保单基本上全部是投资连结产品；在欧洲，英、法、荷兰投资连结保险的市场份额均已超过40%。在这些国家，保险公司既可以购买外部基金管理公司的投资组合，也可以购买自己设立基金管理，并由自己全资经营的基金管理公司管理，也可与其他证券公司等合资的基金管理公司进行管理，保险公司实际上已经完全进入投资基金领域。

2.2 投资连结险在我国大陆的发展现状

作为新型保险产品，我国投资连结保险虽最早出现于80年代初，但是对于国内的寿险市场来说，直到1999年10月23日才在上海首先推出的“平安世纪理财投资连结保险”。这是国内保险市场开发并推出的第一个投资连结保险产品，虽然它的结构相对比较简单，但是它标志着我国国内的人寿保险业开始了产品结构的重大调整，也把我国的保险服务带入一个崭新的发展时期，令人惊讶的是在它推出后短短一个月的时间，就创下了近千万元的销售额。之后，其他多家保险公司也各自推出了自己的投资连结产品。

目前，在国内寿险市场上的投资连结保险，都是在借鉴国外同类产品的基础上，结合国内寿险市场的实际情况以及公司自身经营能力而开发设计的初级投资连结保险产品。保单现金价值随投资收益的不同而不断变动，收益归保户，保险公司收取一定的账户资产管理费。

投资连结保险是一种比较偏重于投资的保险，因而它的保障功能有限，比较适用于已经有保险保障的人。就其保险功能而言，投资连结保险和传统寿险种相比并无优势，而就其投资的特点而言，投资连结保险被称为准基金，但按照有关规定，中国保险资金的投资的范围很小，目前只有银行存款、国债、一定比例的企业债和基金，所以它的投资收益仍主要来自基金，因而它的成本自

然高于直接投资于基金的成本。因此，没有良好的投资渠道，是导致投资连结保险失败的主要因素之一。从投资连结保险的现状来看，与其说它是准基金，不如说它是基金的一种附属品。但如果国内股票市场持续低迷，保险业投资的主要的投资对象封闭式基金损失惨重，使得保险业在投资理财方面面临着更加严峻的问题。

其次，做为投资连结保险的中国国内的消费群体，虽然经过了几年的磨练，投资者不仅从心理上讲具备了一定的承受能力，也提高了风险的认识水平，但正因为如此使得投资者对于投资项目的选择更加谨慎小心。从投资者的数量来讲,虽然中国人口众多，但真正有能力和财力用来做中远期投资的人口比重较小，而投资连接保险在欧美等发达国家能够取得成功，一个很主要的因素就是这些国家有着广大的中产阶层，他们有足够的剩余资金和正确的心态去做中远期投资。很明显中国目前显然不具备这样的条件。在1999年投资连结保险刚刚推出，许多人在不了解投连险的情况下，盲目挪用了其他方面的钱甚至借钱投入其中，以期待能够在短期内得到高额回报，因此才出现了当时火爆的场面，但是在它后面的发展之路则十分坎坷。在一个不恰当的时机推出投资连结保险，使它在中国的发展变了味道，甚至与投资连结保险本身的作用背道而驰。

在中国大陆的发展中，投资连结保险出现了非常问题，市场初期的宣传给人的印象就是它是一种投机工具；并且在国家相关有利政策还未出台，并且不能很好解决投资渠道的情况下，但仍盲目收取保费扩大规模，致使在遭受投资失败后，短期内投资连结保险便偃旗息鼓，但它仍不失为一个非常有发展前景的寿险产品。尤其像中国这样一个社会保障体系还不是非常健全的国家，无论是社会还是个人都需要这样一个能够给予人身保障又能长期投资的产品。因此，从长期来看，投资连结保险不仅要发展而且要注重长期投资，以保值为主，经过较长一段时间的合理改革和变化，那么它的前景依然充满光明。

2.3 投资连结险相关概念

人寿保险产品按照设计类型可分为：传统人寿保险和非传统人寿保险。传统人寿保险按照保险责任可分为：定期寿险、终身寿险、两全寿险和年金寿险。非传统人寿保险包括分红保险、投资连结保险和万能保险。

定期寿险指以死亡为给付保险金条件，且保险期限为固定年限的人寿保

险。定期寿险通常具有如下的特点：可续保性；可转换性；生命表选择性；可转换性与免缴保费的幸福影响性。定期寿险还有一个特征，那就是它的价格一般都较低廉，因此该险种适合高保障低收入的人购买。其不足之处是在于若被保险人在保险期限届满仍然生存，则不能得到保险金的给付，而且已缴纳的保险费不再退还。定期寿险保额可以变动，有保额递增型，还有保额递减型，当然还有保额恒定型的定期寿险。

两全保险以死亡或生存为给付保险金条件的人寿保险。又称储蓄保险，这种保险可视为定期保险加上同样期限的纯生存保险。从经济学的角度看，两全保险还是保额递减的定期寿险及保额递增的储蓄性保险的合成。

终身寿险指以死亡为给付保险金条件，且保险期限为终身的人寿保险。终身寿险可以看作是到终极年龄的定期寿险，也可以看成是到终极年龄的两全保险。由于终身寿险保险期限较长，一般都是分红型的，这样一方面减少定价风险，一方面便于保单销售。终身寿险的最大优点是可以得到永久性保障，而且有退费的权利，若投资人中途退保，可以得到一定数额的现金价值。

年金保险指以生存为给付保险金条件，按约定分期给付生存保险金，且分期给付生存保险金的间隔不超过一年（含一年）的人寿保险。如果保险金的给付是取决于被保险人的生存，就称之为生存年金，反之就是确定年金，即在约定时期内给付年金。如果年金受领者在未到期前死亡，则把剩余年金支付给其受益人。生存年金可以是定期的（支付一个固定时期或者支付到年金受领者死亡时为止，以两者先发生者为准），也可以是终身的（支付到年金受领者死亡时为止）。年金保险为被保险人因寿命过长而不能靠自己收入维持生活提供了经济保障。年金保险按被保险人的人数分类，有个人年金和联合年金；按保险费缴付方式分类，有一次缴清保险费方式购买和分期缴费方式购买；按年金开始给付的日期分类，有即期年金和延期年金；按有无偿还特征分类，有纯粹终身年金和偿还式年金；按年金给付金额是否变动分类，有定额年金和变额年金。

分红保险是指保险公司将其实际经营成果优于定价假设的盈余，按一定的比例向保单持有人进行分配的人寿保险产品。分红保险的红利来源于寿险公司的“三差收益”即死差异、利差异和费差异。红利的分配方法主要有现金红利法和增额红利法，两种盈余分配方法代表了不同的分配政策和红利理念，所反映的透明度以及内涵的公平性各不相同，对保单资产份额、责任准备金以及寿险公司现金流量的影响也不同，因此从维护保单持有人的利益出发，寿险公司

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库